

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-142241

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号  
 G 0 1 N 37/00  
 G 0 1 B 21/30  
 G 0 1 H 13/00  
 G 0 1 N 29/12

F I  
 G 0 1 N 37/00 G  
 G 0 1 B 21/30 Z  
 G 0 1 H 13/00  
 G 0 1 N 29/12

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平3-298872

(22) 出願日 平成8年(1996)11月11日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 中村 泰

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

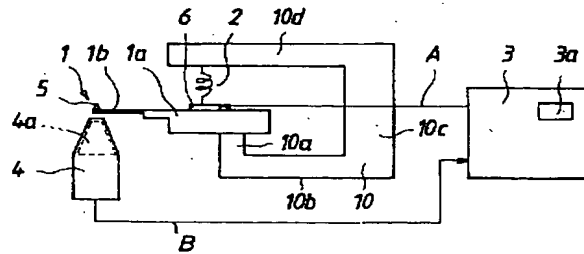
(74) 代理人 弁理士 奈良 武

(54) 【発明の名称】 カンチレバーの評価装置

(57) 【要約】

【課題】複数のカンチレバーを破壊することなく評価する。

【解決手段】カンチレバー1の固定端部1aの一面側を着脱自在に支持する支持部材10と、この支持部材10に支持されたカンチレバー1の固定端部1aの他面側に当接自在に配置され、カンチレバー1の他面側に当接したとき、固定端部1aを介してカンチレバー1を振動させる加振部材6と、この加振部材6を前記他面側に当接した状態でカンチレバー1の固定端部1aを前記支持部材10とによって押圧して挟持する押圧部材2と、前記カンチレバー1の自由端部1bに対向してカンチレバー1の振動を検出し、変位信号を出力する検出手段4と、前記加振部材6に加振信号を出力すると共に、前記検出手段4からの変位信号が入力されカンチレバー1の固有振動数を検出する周波数解析装置3とを有する。押圧部材2に取り付けた加振部材6と、支持部材10とによって、カンチレバー1を挟持するため、着脱が簡単であり、カンチレバー1の交換時に破壊することがなくなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、前記カンチレバーの固定端部の一面側を着脱自在に支持する支持部材と、

この支持部材に支持されたカンチレバーの固定端部の他面側に当接自在に配置され、カンチレバーの他面側に当接したとき、固定端部を介してカンチレバーを振動させる加振部材と、

この加振部材を前記他面側に当接した状態でカンチレバーの固定端部を前記支持部材とによって押圧して挟持する押圧部材と、

前記カンチレバーの自由端部に対向してカンチレバーの振動を検出し、変位信号を出力する検出手段と、

前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手段からの変位信号が入力されカンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、

を有することを特徴とするカンチレバーの評価装置。

【請求項2】 カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、

この支持部材に支持されたウエハーの一面側であって、ウエハーの少なくとも1個のカンチレバーの固定端部に当接自在に配置され、固定端部に接したとき、固定端部を介してカンチレバーを振動させる加振部材と、

前記加振部材によって、振動するカンチレバーの自由端部に対向してカンチレバーの振動を検出し、この変位信号を出力する検出手段と、

前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手段からの変位信号が入力され、カンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、

前記ウエハー本体を支持する支持部材を介して、ウエハーに形成された各カンチレバーの固定端部および自由端部をそれぞれ前記加振部材と検出手段の位置に移動させるステージと、

を有することを特徴とするカンチレバーの評価装置。

【請求項3】 カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、

この支持部材に支持されたウエハーの一面側における前記ウエハー本体上に固定され、ウエハー本体を介して各カンチレバーを振動させる加振部材と、

この加振部材によって振動するカンチレバーの少なくとも1つのカンチレバーの自由端部に対向して、カンチレバーの振動を検出し、変位信号を出力する検出手段と、前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手

段からの変位信号が入力され、カンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、

前記ウエハー本体を支持する支持部材を介して、ウエハーに形成された各カンチレバーの自由端部を前記検出手段の位置に移動させるステージと、

を有することを特徴とするカンチレバーの評価装置。

【請求項4】 カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、

この支持部材に支持されたウエハーのカンチレバーを振動させる加振部材と、

この加振部材によって振動するカンチレバーの固定端部に対向して固定端部の振動を検出し、変位信号を出力する第1の検出手段と、

前記加振部材によって振動するカンチレバーの自由端部の振動を検出し、変位信号を出力する第2の検出手段と、

前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記第1の検出手段からの変位信号と第2の検出手段からの変位信号とが入力され、これらの変位信号を差分してカンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、

を有することを特徴とするカンチレバーの評価装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子間力顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡に用いるカンチレバーの固有振動数を検出して、特性を評価する評価装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】カンチレバーの所定の共振周波数 $f_1$ で固有振動させながらカンチレバーを試料表面上に走査し、この走査により得た表面情報から画像を形成するものとして走査型プローブ顕微鏡がある。特開昭63-309802号公報には、尖った先端部を有した片持ち針を原子間力が発生可能な距離まで、試料表面に近づけた状態で走査し、原子間力に影響されて生じる片持ち針の振動の固有振動数からシフトを検出し、検出した振動数のシフトを片持ち針の先端部と試料表面の距離を示す情報として使用することにより、試料表面の像を形成して、測定することが記載されている。

【0003】このような片持ち針が前記カンチレバーに相当し、また、固有振動数として走査型プローブ顕微鏡の測定時には、数十KHzから数百KHzまでの中で用途により特定の共振周波数 $f_1$ が用いられる。ところが共振周波数 $f_1$ は、多数個のカンチレバーをウエハーに作製した場合、カンチレバーの製造上、各カンチレバー毎に、あるいはカンチレバーを形成したウエハー毎にバラツキが出やすい。このため、特定の共振周波数 $f_1$ を有するカンチレバーのみを選別して使っているのが実情

である。

【0004】このような特定の共振周波数 $f_1$ を有するカンチレバーのみを選別する、即ち、各カンチレバーの固有振動数を検出して共振周波数 $f_1$ と一致するか否かを求める装置として、特開平6-201315号公報に記載されている走査型プローブ顕微鏡装置を用いることができる。図8および図9は、この装置を用いてカンチレバーの固有走査振動数を検出して評価する方法を示す。

【0005】まず、図8に示すように、測定すべきカンチレバー131を接着剤、粘着剤、粘着テープ等によって実際の使用状態と略同じように加振圧電体132の下面に固定する。次いで、振幅検出部136を介して、加振圧電体132を可変周波数で駆動し、加振圧電体132に貼り付けられているカンチレバー131を振動する。カンチレバー131の振動振幅の変位はカンチレバー131の上部に構成されている変位検出器135で検出され、振幅検出部136により処理され、振幅量としてコンピュータ133へ出力される。

【0006】図9に示すカンチレバー131の振動特性は、横軸に可変周波数、縦軸に振幅量をプロットし、順次可変周波数を変化させた時の振幅量を表している。図9よりカンチレバー131の特性、即ち特定の固有振動数を求め、走査型プローブ顕微鏡の測定時に必要となるカンチレバーの共振周波数 $f_1$ と一致しているか否かを評価する。この評価の結果、共振周波数 $f_1$ と一致しているときは使用可能とし、不一致のときは使用不可として選別していた。

【0007】一方、このようにして選別された使用可能なカンチレバーを加振圧電体に貼り付け固定とした状態においてカンチレバーの尖った先端部と試料表面とを近づけすぎた場合など、操作上のミス等によりカンチレバーを破損することがあり、測定に先立って、カンチレバーの交換が必要となる。しかしながら、交換すべき新たなカンチレバーが所定の共振周波数 $f_1$ を有しているものであるか否かが不明であると、測定すべき試料を準備した後は、新たなカンチレバーについての特性を評価する必要があり、直ちに走査型プローブ顕微鏡による試料の測定ができない。このため、カンチレバーの破損があっても、所定の共振周波数 $f_1$ を有するカンチレバーに直ちに交換できるように多数個準備することが望まれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来技術による走査型プローブ顕微鏡を用い、予めカンチレバーの特性を評価する場合には、カンチレバーを加振圧電体に接着剤等で固定する必要がある。

【0009】また多数個の良好なカンチレバーを準備するため、他数個のカンチレバーを評価する場合は、加振圧電体の固定部位からカンチレバーを一旦剥がし、次段

のカンチレバーと取り替える事が必要であり、剥がしたカンチレバーは変形により使用出来ない状態になる場合がある。また通常使われている半導体プロセスを使用して製作されたカンチレバーは、ウエハー上に複数形成されており、ウエハー上に形成されたカンチレバーの各々を評価するため、抜き取り評価としてウエハー上から1個単位でカンチレバーを複数個切り出し、切り取った1個ずつを加振圧電体に固定して、特性を評価し、全体の評価につなげる検査があるが、この場合にも、剥がしたカンチレバーが変形するので使用できなくなっていた。この為、全数検査、多量サンプルの抜き取り検査ができず、検査効率が悪い。また振動量を加振圧電体およびカンチレバーを保持している固定部分の振動特性に影響され、正確な評価ができないものとなっている。

【0010】本発明は上記問題点を解決するものであり、請求項1、2の発明は、1個のカンチレバーまたは、複数のカンチレバーを破壊せずに評価できるカンチレバーの評価装置を提供することを目的とする。

【0011】請求項3の発明は、上記に加え、ウエハー上に複数形成されたカンチレバーに対し、各々加振する必要が無く、測定時の加振圧電体の脱着回数を減らし、複数のカンチレバーを高速に評価できるカンチレバーの評価装置を提供することを目的とする。

【0012】請求項4の発明は、ウエハーに複数形成されたカンチレバー、あるいは複数のカンチレバーに対し、さらに高精度でカンチレバーの評価ができるカンチレバーの評価装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、前記カンチレバーの固定端部の一面側を着脱自在に支持する支持部材と、この支持部材に支持されたカンチレバーの固定端部の他面側に当接自在に配置され、カンチレバーの他面側に当接したとき、固定端部を介してカンチレバーを振動させる加振部材と、この加振部材を前記他面側に当接した状態でカンチレバーの固定端部を前記支持部材とによって押圧して挟持する押圧部材と、前記カンチレバーの自由端部に対向してカンチレバーの振動を検出し、変位信号を出力する検出手段と、前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手段からの変位信号が入力されカンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、を有することを特徴とする。

【0014】この構造では、支持部材に固定端部が支持されたカンチレバーに対し、加振部材が当接して振動させ、この振動によって検出手段および周波数解析装置がカンチレバーの固有振動数を検出する。カンチレバーの固定は押圧部材に取り付けられた加振部材と、支持部材とで固定端部を挟むことにより行われ、押圧部材の押圧を解除するだけで支持部材へのカンチレバーの交換がで

き、カンチレバーが破壊されることがなくなる。

【0015】請求項2の発明は、カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、この支持部材に支持されたウエハーの一面側であって、ウエハーの少なくとも1個のカンチレバーの固定端部に当接自在に配置され、固定端部に接したとき、固定端部を介してカンチレバーを振動させる加振部材と、前記加振部材によ

って、振動するカンチレバーの自由端部に対向してカンチレバーの振動を検出し、この変位信号を出力する検出手段と、前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手段からの変位信号が入力され、カンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、前記ウエハー本体を支持する支持部材を介して、ウエハーに形成された各カンチレバーの固定端部および自由端部をそれぞれ前記加振部材と検出手段の位置に移動させるステージと、を有することを特徴とする。

【0016】この構造においては、ウエハー本体に複数形成されたカンチレバーの固定端部に加振部材が当接して、支持部材にカンチレバーを固定する。従って、この場合にも、加振部材のカンチレバーへの当接を解除するだけで、ウエハーの交換ができ、カンチレバーを破壊することがない。

【0017】請求項3の発明は、カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、この支持部材に支持されたウエハーの一面側における前記ウエハー本体上に固定され、ウエハー本体を介して各カンチレバーを振動させる加振部材と、この加振部材によって振動するカンチレバーの少なくとも1つのカンチレバーの自由端部に対向して、カンチレバーの振動を検出し、変位信号を出力する検出手段と、前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記検出手段からの変位信号が入力され、カンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置と、前記ウエハー本体を支持する支持部材を介して、ウエハーに形成された各カンチレバーの自由端部を前記検出手段の位置に移動させるステージと、を有することを特徴とする。

【0018】この構造では、加振部材がウエハー本体に固定されており、加振部材の振動によってウエハー全体が振動し、この振動によってウエハーに形成されているすべてのカンチレバーが振動する。このため、加振部材を個々のカンチレバーに望ませる必要がなくなり、評価を迅速に行うことができる。

【0019】請求項4の発明は、カンチレバーの固有振動数を検出し、その特性を評価するカンチレバーの評価

装置において、多数のカンチレバーの各固定端部をそれぞれウエハー本体に接続した状態で形成されたウエハーの前記ウエハー本体を支持する支持部材と、この支持部材に支持されたウエハーのカンチレバーを振動させる加振部材と、この加振部材によって振動するカンチレバーの固定端部に対向して固定端部の振動を検出し、変位信号を出力する第1の検出手段と、前記加振部材によって振動するカンチレバーの自由端部の振動を検出し、変位信号を出力する第2の検出手段と、前記加振部材に加振信号を出力すると共に、前記第1の検出手段からの変位信号と第2の検出手段からの変位信号とが入力され、これらの変位信号を差分してカンチレバーの固有振動数を検出する周波数解析装置とを有することを特徴とする。

【0020】この構造は、カンチレバーの固定端部の振動および自由端部の振動の2つの振動情報によってカンチレバーの固有振動数を検出するため、正確な検出が可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

（実施の形態1）図1はカンチレバーの1個単体の固有振動数を検出して、その特性を評価するための評価装置を示す。同図において、カンチレバー1はその固定端部1aが、支持部材としてのベース10の支持部10aに載置されると共に、その上側の面が下端に圧電素子6を取り付けた押圧部材としてのパネ2によって押圧されている。これによりカンチレバー1はベース10と圧電素子6との間に着脱自在に保持されている。

【0022】図2(a)はウエハー59を示し、ウエハー本体60と、ウエハー本体60に形成された多数個のカンチレバー1とを備えている。カンチレバー1はウエハー本体60上にマイクロファブリケーション、マイクロマシニングからなる半導体製作技術をベースにして、微細形状に多数個を形成した後、このウエハー本体60より図2(b)で示す点線位置で1個単位で切り出したものである。このカンチレバー1は図2(b)で示す肉薄の先端側が探針5を有する自由端部1bとなっている。なお固定端部1a下面の段差は製造上で形成されるものである。前記ベース10は、上述した支持部10aを上方に向けて突出した台座部10bと、台座部10bから上方に向けて立設した支柱部10cと、支柱部10cから屈曲して水平方向に伸びた水平部10dとを骨組みの基本構造としている。このベース10の水平部10dの下面にパネ2が配設され、これにより台座部10から突出する支持部10aに載置されたカンチレバー1の固定端部1aを圧電素子6を介して押圧しつつ挟持する構成となっている。

【0023】このように、保持されたカンチレバー1の探針5の裏側には、自由端部1bから所定の間隔を有して、カンチレバー1の振動振幅を検出する変位センサー4aを有する検出部4が配設されている。この変位セン

サー4aは周知の光てこ法、ナイフエッジ法又は、臨界角検出法等の原理により作製されている。

【0024】検出部4は、変位センサー4aで測定されたカンチレバー1の自由端部1bの振動振幅を変位信号として、周波数解析装置としてのスペクトラムアナライザー3に出力するように接続されている。スペクトラムアナライザー3は、カンチレバー1を振動させるための加振信号Aを加振部材としての圧電素子6に出力する。またスペクトラムアナライザー3はこのときの検出部4からの変位信号Bを受け取り、カンチレバー1の振動振

幅および位相を計算する。この計算結果は表示部3aで表示される。

【0025】この実施の形態では、ウエハー本体60から1個単位のカンチレバー1を図2(b)の点線位置で切り出す。次いで、カンチレバー1の固定端部1aをベース10の台座部10bから突出する支持部10aに載置する。そして、固定端部1aの反対側の面に対し、バネ2で付勢された圧電素子6を当接させ、押圧力によりカンチレバー1を支持する。

【0026】次いでスペクトラムアナライザー3から圧電素子6に対し、周波数を順次変化させながら加振信号Aを印加する。この加振信号Aによりカンチレバー1の自由端部1bは周波数毎に対応した振動を行う。この周波数ごとの振動を変位センサー4aで測定し、かつ検出部4において各周波数の振動振幅に対応した変位信号Bが得られる。この変位信号Bがスペクトラムアナライザー3に出力されて、各周波数に対応した振動振幅が計算される。そしてスペクトラムアナライザー3によって振動状態の最大値が求められ、カンチレバー1の共振周波数が求められ、この数値が表示部3aに表示される。

【0027】(実施の形態2)図4は実施の形態2を示し、骨組みの構造が略十字状のベース10の台座部にステージ12が固定されている。このステージ12には、上部に円錐状のゴム11を配した支柱18を少なくとも3本立設し、各ゴム11の錐頂部を介して少なくとも3点で接することによりウエハー59のウエハー本体60を保持する。ゴム11は圧電素子6によるウエハー本体60の振動を減衰しないようにするためのものである。ステージ12は、クロスステージで構成することにより、X、Y方向に移動可能である。

【0028】ウエハー本体60上には、図2に示すように複数個のカンチレバー1が形成されている。カンチレバー1はマイクロファブリケーション、マイクロマシニングとからなる半導体デバイス作成技術をベースに微細形状に加工されている。このカンチレバー1はその接続部がウエハー本体60に連設するが、側面および先端側はウエハー本体60と分離されている。そして、カンチレバー1は先端側がさらに3角形状に肉抜きされ且つ肉薄にされた自由端部1bと、自由端部1bよりも肉厚にされて前記3角形状部分を支持する固定端部1aとから

構成されている。なお、拡大図(b)で示す点線位置でウエハー本体60から切斷されたカンチレバー1は、走査型プローブ顕微鏡の加振圧電体に貼り付けられることになる。

【0029】カンチレバー1の自由端部1bは先端に探針5を設けた長さ500~2000 $\mu$ m、幅200 $\mu$ mの窒化シリコンからなり、固定端部1aは、シリコン又はパイレックスからなる。カンチレバー1の固定端部1a上部にはカンチレバーを振動させるための加振部材として、ゴム7に保持された圧電素子6が設けられている。ゴム7は上下に移動可能なローラステージを有するステージ9に支えられて圧電素子6をZ方向に可動可能としている。

【0030】ステージ9はベース10の水平部10dに固定された取り付け板61に取り付けられている。ファイバー13は、カンチレバー1の自由端部1bの下部に配置され、これによりカンチレバー1の自由端部1bの振動振幅を測定する。このファイバー13は、ファイバーセンサ14を介して振動振幅を振動信号Bとして出力する。スペクトラムアナライザー3は、加振信号Aを圧電素子6に出力し圧電素子6を振動させると共に、この時の振動信号Bを入力するようにファイバーセンサ14に接続されており、振動振幅および位相を計算する、周波数解析装置として機能する。また、このスペクトラムアナライザー3は計算結果の表示部3aを有している。

【0031】この実施の形態では、ステージ12は、ウエハー本体60全体をX、Y方向で移動させ、圧電素子6をカンチレバー1の固定端部1a上部に位置決めするように操作する。ステージ9を下降し、圧電素子6をカンチレバー1の固定端部1aに押圧する。この時、ゴム7は押圧する圧力がカンチレバー1に急激に作用しないようにする緩衝材の働きをする。

【0032】圧電素子6はスペクトラムアナライザー3の加振信号Aにより加振され、この圧電素子6が接触しているカンチレバー1は、加振信号Aの周波数で振動する。振動振幅は、カンチレバー1の自由端部1b下部に位置するファイバー13により検出され、ファイバーセンサ14により電気信号としての振動信号Bとなる。カンチレバー1の周波数特性を得るため、スペクトラムアナライザー3は加振信号Aの周波数を順次変化させてカンチレバー1を加振し、同時にカンチレバー1の自由端部1bの振動信号Bの振幅および位相を順次検出し、これを表示部3aで表示する。

【0033】またスペクトラムアナライザー3は、上記周波数を順次変化させ振幅および位相を検出する方法とは別に、ランダム信号を出力し、入力信号をフーリエ解析する機能を有している。従ってランダム信号により圧電素子6を加振し、振動信号Bをフーリエ解析しても同様の結果が得られる。

【0034】このような実施の形態では、ウエハー本体

60にカンチレバー1が一体化している状態で、カンチレバー1の特性を評価できるので、従来のように加振圧電体の固定部からの剥がし取りの工程が必要なくなる。このため評価したカンチレバー1に対して変形を与えることなく、良好な特性を有する多数のカンチレバーを準備することができる。よってウエハーのカンチレバーの全数検査や多量の抜き取り検査を行うことができるとともに、振動量が加振圧電体およびカンチレバーを保持している固定部位の振動特性に影響されない正確な評価ができる。即ち、カンチレバーの固定端部を直接加振する10ため、高周波で加振でき、高い共振周波数を持ったカンチレバーの評価が行える。

【0035】(実施の形態3)図6は本発明の実施の形態3を示す。ベース10に固定されたステージ12には、3箇所均等に配した円錐状のゴム11が直接固定され、ゴム11を介して3点で接することにより、図2に示すウエハー59のウエハー本体60を保持する。なお、ゴム11は4個以上を均等に保持してもよい。ステージ12は、クロスローラステージ等で構成されており、X、Y方向に移動可能である。

【0036】ウエハー59には、図2に示すように複数個のカンチレバー1が形成されている。これはマイクロファブリケーション、マイクロマイニングからなる半導体デバイス作成技術をベースに微細形状に加工される。

【0037】カンチレバー1の自由端部1bは、先端に探針5(図2参照)を設けた長さ500~2000μm、幅200μmの窒化シリコンからなり、固定端部1aは、シリコン又はパイレックスからなる。

【0038】ベース10の水平部に取り付けられる変位センサ51はカンチレバー1の自由端部1bの上部に設けられ、自由端部1bの振動振幅を検出し振動信号Bを出力する。変位センサ51は、光てこ法、ナイフエッジ法又は臨界角検出法等を利用して作られた光変位センサで構成することができる。

【0039】加振部材としての圧電素子52は、カンチレバー1の基部であるウエハー本体60上に取り付けられ、加振信号Aに従い圧電素子52を振動させる事によりウエハー本体60全体が加振する。スペクトラムアナライザ3は、加振信号Aを圧電素子52に出力して、圧電素子52を振動させると共に、この時の振動信号Bが40入力されて振動振幅および位相を計算する。圧電素子52のウエハーへの取り付けは粘着剤による取り付け、あるいは、実施の形態1で示したゴム7とステージ9による取り付けが可能である。

【0040】この実施の形態では、ステージ12はウエハー本体60全体を移動させ、変位センサ51をカンチレバー1の自由端部1b上部に位置決めする。変位センサ51から出射する検出光は、カンチレバー1の自由端部に当てられ、圧電素子52により振動させられるカンチレバー1の自由端部1bにおける変位を検出してい50

る。即ち、圧電素子51は、スペクトラムアナライザ3により出力される加振信号Aにより振動させられる。この振動は、ウエハー本体60全体に伝わって、結果的にカンチレバー1の自由端部1bを振動させる。このとき、ゴム11は、ウエハー本体60の振動を減衰しないように機能する。カンチレバー1の自由端部1bの振動振幅は、変位センサ51により検出され、電気信号としての振動信号Bを出力する。カンチレバー1の周波数特性を得るために、スペクトラムアナライザ3は加振信号Aの周波数を順次変化させてウエハー本体60を加振し、同時にカンチレバー1の自由端部1bの振動信号Bの振幅および位相を順次検出し、表示部3aで表示する。

【0041】またスペクトラムアナライザ3は、上記周波数を順次変化させ振幅および位相を検出する方法とは別に、ランダム信号を出力し、入力信号をフーリエ解析する機能を有している。従って、ランダム信号により圧電素子52を加振し、振動信号Bをフーリエ解析しても同様の結果が得られる。

【0042】この実施の形態では、ウエハー本体60全体を加振するため、各々個別に加振部を取付ける必要が無く、装置構成が簡略化できると共に加振部を取り付ける手順が一度で済むため測定時間が短縮できる。また加振部材である圧電素子52を比較的強固なウエハー本体60上に取り付けることにより、非常に壊れやすいカンチレバー1への接触が必要無くなり、操作性が向上すると共に、カンチレバーを安全に評価できる。

【0043】(実施の形態4)図7は本発明の実施の形態4を示す。ベース10に固定されたステージ12には、3箇所均等に配した円錐状のゴム11が直接固定され、ゴム11を介して3点で接することにより、図2に示すウエハー59のウエハー本体60を保持している。なお、ゴムは4個以上でウエハーを保持してもよい。ステージ12は、クロスステージ等からなり、X、Y方向に移動可能である。

【0044】ウエハー59のウエハー本体60上には、図2に示すように複数個のカンチレバー1が形成されている。これは、マイクロファブリケーション、マイクロシニングからなる半導体デバイス製作技術をベースに微細形状に加工することができる。カンチレバー1の自由端部1bは、先端に探針5を設けた長さ500~2000μm、幅200μmの窒化シリコンからなり、固定端部1aは、シリコン又はパイレックスからなる。

【0045】ファイバーセンサ23に接続されているファイバー22の一端はカンチレバー1の自由端部1bの上部に隙間を設けて配置され、これにより自由端部1bの振動振幅を測定するとともにファイバーセンサ23より振動信号Cを出力する。

【0046】ファイバーセンサ24に接続されているファイバー21の一端はカンチレバー1の固定端部1aの

上部に隙間を設けて配置し、固定端部1aの振動振幅を測定するとともに、ファイバーセンサ24より振動信号Dを出力する。圧電素子52は、カンチレバー1の基部を構成しているウエハー本体60上に取り付けられ、振動することによりウエハー本体60全体を加振する。

【0047】スペクトラムアナライザー3は、加振信号Aを圧電素子52に印加して、圧電素子52を振動させると共に、この時の振動信号CおよびDが入力されることによりカンチレバー1の振動振幅および位相を計算する。さらに、このスペクトラムアナライザー3は、両者の振幅、位相を周波数軸上で差分し、カンチレバー1の自由端部1bだけの振動特性を得る機能を有している。

【0048】上記構成において、ステージ12はウエハー本体60全体を移動させ、ファイバーセンサ22の一端およびファイバーセンサ21の一端のそれぞれをカンチレバー1の自由端部1bの上部および固定端部1aの上部に位置決めする。圧電素子52は、加振信号Aにより振動し、ウエハー本体60全体にこの振動を伝え、結果としてカンチレバー1を振動させる。この時ゴム11は、ウエハー本体60の振動を減衰しないように機能する。

【0049】カンチレバー1の自由端部1bの振動状態は、圧電素子52の振動特性およびその固定端部1aおよびウエハー本体60およびこれを保持しているゴム11等の振動特性がカンチレバー1の自由端部1bの振動特性に含まれている。カンチレバー1の自由端部1bの振動特性だけを外乱より分離し検出するため、スペクトラムアナライザー3は加振信号Aの周波数を順次変化させて、カンチレバー1を加振すると同時に、固定端部1aの振動をファイバー21で検出し、さらに振動を自由端部1bの振動をファイバー22で検出し、振幅、位相情報を得る。両者の振幅、位相を周波数軸上でスペクトラムアナライザー3により差分することによりカンチレバー1の自由端部1bだけの振動特性を得ることができる。

【0050】スペクトラムアナライザー3は、上記周波数を順次変化させ接続および位相を検出する方法とは別に、ランダム信号を出力し、入力信号をフーリエ解析する機能を有している。従って、ランダム信号により圧電素子52を加振し、振動信号CおよびDをフーリエ解析しこれらの差を計算しても同様の結果が得られる。

【0051】この実施の形態では、自由端部と固定端部の振動を検出するためファイバー21および22を配置したが、ファイバー21の一端を自由端部および固定端部にスライド移動させる機構を設けても良く、これにより1本のファイバーだけでも同様の効果が得られる。

【0052】この実施の形態では、カンチレバー1の固定端部の振動特性と自由端部の振動特性を同時に検出し、差分を取るため、正確な評価ができる。またカンチレバー以外の振動特性を固定端部の信号でキャンセルで

きるため高精度で安定したカンチレバー評価が可能になる。

【0053】なお、図7では、ウエハー本体60に圧電素子52を粘着剤によって取り付けられているが、実施の形態1で示したように、ウエハー内の1個のカンチレバーの固定端部に対して直接に圧電素子を接触させ且つこの圧電素子をゴムを介してステージ12により押圧し、ゴム11との間でウエハー本体60あるいはカンチレバー1を支持してもよい。

【0054】なお、以上の実施の形態では、カンチレバーあるいはウエハーは水平状態にしてゴムで支えているが、これに限らず、垂直状態にして支えて実施することもできる。例えば図1に対しては、図3で示すように、カンチレバー1を支持する支持部10aの形状を、カンチレバーの固定端部1aの一面側とカンチレバー1の後端面とを支持するL字形の屈曲形状とすることにより、他の構成をそのままして測定が可能となる。

【0055】また図4に対しては、図5で示すように、ステージ12上に、ウエハー本体60の外周側面を支持するための支持用受け部材62を追加する。この支持用受け部材62の底面62aによってウエハー59の落下を防止するとともに、各支柱18のゴム11に対して、ウエハー59を押圧し固定するように、支持用受け部材62の凹部内にバネ63を配し、バネ63に取り付けたレバー64を設けている。このレバー64の進退操作によりバネ63による付勢を解除し、ウエハー59を着脱自在にする。

#### 【0056】

【発明の効果】請求項1、2記載の発明によれば、カンチレバーにを加振部材と支持部材とによって挟持して固定するため、カンチレバーを破壊せずに評価できる。

【0057】請求項3記載の発明によれば、複数のカンチレバーを同時に加振するため、カンチレバーに直接接触せずに複数のカンチレバーを高速に評価できる。

【0058】請求項4記載の発明によれば、カンチレバーの固定端部と自由端部の振動を検出して周波数解析した後、両者を差分する信号処理部を設けたことにより、カンチレバーの振動特性を高精度に検出できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の側面図である。

【図2】本発明のウエハーの斜視図、(b)はカンチレバーの斜視図である。

【図3】実施の形態1の変形例の側面図である。

【図4】実施の形態2の側面図である。

【図5】実施の形態2の変形例の側面図である。

【図6】実施の形態3の側面図である。

【図7】実施の形態4の側面図である。

【図8】従来装置の側面図である。

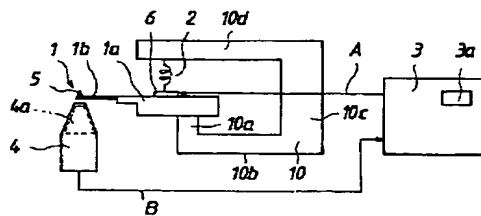
【図9】カンチレバーの振動特性図である。

【符号の説明】

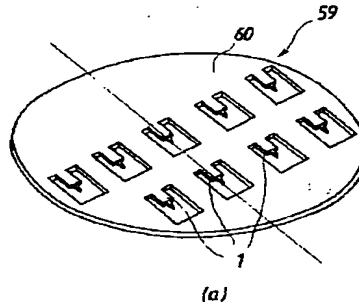
- 1 カンチレバー  
2 パネ  
3 スペクトラムアナライザー

- 4 検出部  
5 探針  
6 圧電素子

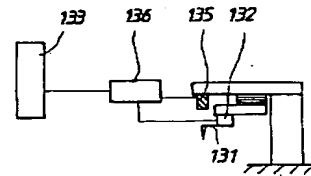
【図1】



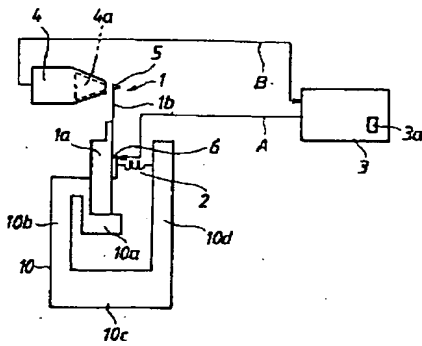
【図2】



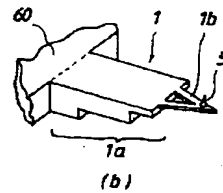
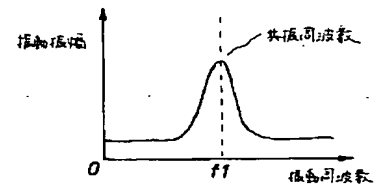
【図8】



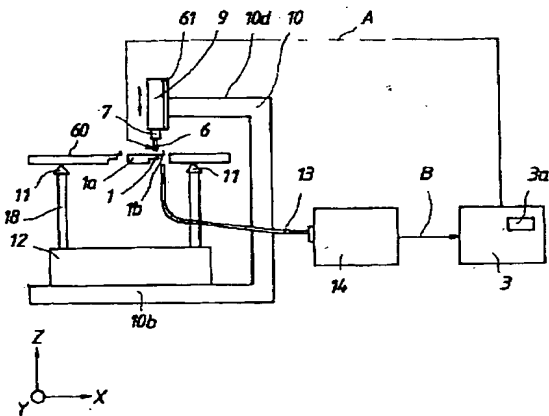
【図3】



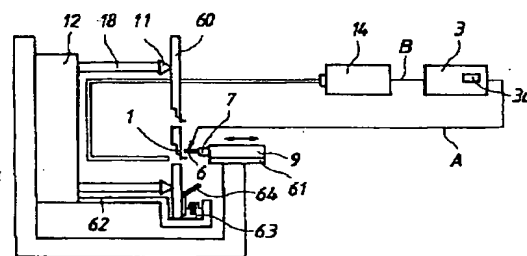
【図9】



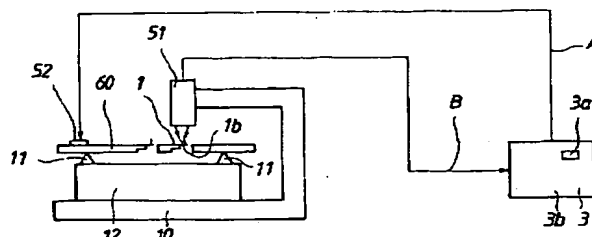
【図4】



【図5】

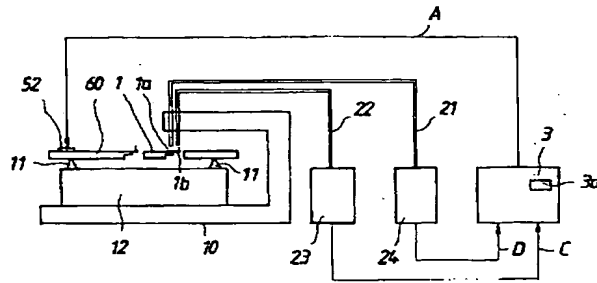


【図6】





【図7】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-142241

(43)Date of publication of application : 29.05.1998

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

G01H 13/00

G01N 29/12

(21)Application number : 08-298872

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 11.11.1996

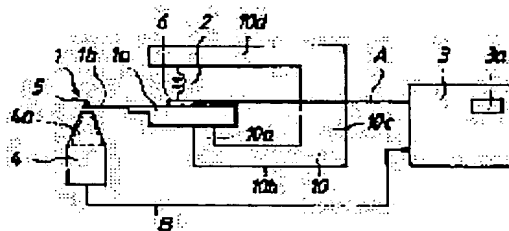
(72)Inventor : NAKAMURA YASUSHI

## (54) EVALUATING DEVICE FOR CANTILEVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate a plurality of cantilevers without destruction.

SOLUTION: A support member 10 for supporting, capable of being mounted/ demounted, one-plane side of a fixed end part 1a of a cantilever 1, an excitation member 6 for vibrating the cantilever 1 through the fixed end part 1a when it is arranged, capable of contacting, on another-plane side of the fixed end part 1a of the cantilever 1 which is supported by this support member 10 and in contact with the other-plane side of the cantilever 1, a pressing member 2 for pressing and holding the fixed end part 1a of the cantilever 1 between the support member 10 and this excitation member 6 in contact with the above other-plane side, a detecting means 4 for detecting the vibration of the cantilever 1 in position to a free end part 1b of the cantilever 1 and outputting a displacement signal, and a frequency analysis device 3 for detecting the characteristic frequency of the cantilever 1 when the displacement signal is inputted from the detecting means 4 as well as the excitation signal is outputted to the excitation member 6, are provided. The cantilever 1 is held between the excitation member 6 which is fixed to the pressing member 2 and the support member 10, thereby it is possible to be mounted/demounted easily and to replace the cantilever without destruction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3670777

[Date of registration] 22.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the evaluation equipment of a cantilever by which the natural frequency of a cantilever is detected and the property is evaluated On the other hand, the fixed-end section of the cantilever supported by the supporter material supported for the whole surface side of the fixed-end section of said cantilever, enabling free attachment and detachment and this supporter material is arranged free [ the contact to a side ]. When [ of a cantilever ] a side is contacted on the other hand, The excitation member which vibrates a cantilever through the fixed-end section, and the press member which presses the fixed-end section of a cantilever by said supporter material, and pinches this excitation member where [ said ] a side is contacted on the other hand, While outputting an excitation signal to a detection means to counter the free edge of said cantilever, to detect vibration of a cantilever, and to output a displacement signal, and said excitation member Evaluation equipment of the cantilever characterized by having frequency-analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the natural frequency of a cantilever.

[Claim 2] In the evaluation equipment of a cantilever by which the natural frequency of a cantilever is detected and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, When it is the whole surface side of the wafer supported by this supporter material, and has been arranged free [ contact in the fixed-end section of at least one cantilever of a wafer ] and the fixed-end section is touched, By the excitation member which vibrates a cantilever through the fixed-end section, and said excitation member While outputting an excitation signal to a detection means to counter the free edge of the vibrating cantilever, to detect vibration of a cantilever, and to output this displacement signal, and said excitation member The frequency analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the resonant frequency of a cantilever, Evaluation equipment of the cantilever characterized by having the stage which moves the fixed-end section and the free edge of each cantilever which were formed in the wafer to the location of said excitation member and detection means, respectively through the supporter material which supports said body of a wafer.

[Claim 3] In the evaluation equipment of a cantilever by which the natural frequency of a cantilever is detected and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, The excitation member which it is fixed [ member ] on said body of a wafer by the side of the whole surface of the wafer supported by this supporter material, and vibrates each cantilever through the body of a wafer, While outputting an excitation signal to a detection means to counter the free edge of at least one cantilever of the cantilever which vibrates by this excitation member, to detect vibration of a cantilever, and to output a displacement signal, and said excitation member The frequency analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the resonant frequency of a cantilever, Evaluation equipment of the cantilever characterized by having the stage which moves the free edge of each cantilever formed in the

wafer to the location of said detection means through the supporter material which supports said body of a wafer.

[Claim 4] In the evaluation equipment of a cantilever by which the natural frequency of a cantilever is detected and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, The excitation member which vibrates the cantilever of the wafer supported by this supporter material, The 1st detection means which counters the fixed-end section of the cantilever which vibrates by this excitation member, detects vibration of the fixed-end section, and outputs a displacement signal, While outputting an excitation signal to the 2nd detection means and said excitation member which detects vibration of the free edge of the cantilever which vibrates by said excitation member, and outputs a displacement signal the variation rate from said 1st detection means -- the variation rate from a signal and the 2nd detection means -- a signal inputs -- having -- these variation rates -- the evaluation equipment of the cantilever characterized by having frequency-analysis equipment which carries out difference of the signal and detects the natural frequency of a cantilever.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention detects the resonant frequency of the cantilever used for scanning PUROP microscopes, such as an atomic force microscope, and relates to the evaluation equipment by which a property is evaluated.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Predetermined resonance frequency f1 of a cantilever A cantilever is scanned on a sample front face, carrying out proper oscillation, and there is a scanning probe microscope to form an image from the surface information acquired by this scan. In JP,63-309802,A, a cantilever needle with the sharp point to the distance which can generate the force between atoms Detect the resonant frequency of vibration of the cantilever needle which it scans in the condition of having brought close to a sample front face, it is influenced by the force between atoms, and is produced to a shift, and by using the shift of the detected vibration frequency as information which shows the point of a cantilever needle, and the distance on the front face of a sample Forming and measuring the image on the front face of a sample is indicated.

**[0003]** Such a cantilever needle is equivalent to said cantilever, and it is the specific resonance frequency f1 by the application in the inside from dozens of kHz to hundreds of kHz as a natural frequency at the time of measurement of a scanning probe microscope. It is used. However, resonance frequency f1 When many cantilevers are produced to a wafer, it is easy to come out of variation for every wafer in which every cantilever and the cantilever were formed, on manufacture of a cantilever. For this reason, specific resonance frequency f1 It is the actual condition which it is using, sorting out only the cantilever which it has.

**[0004]** Such specific resonance frequency f1 That is [ it sorts out only the cantilever which it has ], the resonant frequency of each cantilever is detected and it is resonance frequency f1. The scanning probe microscope equipment indicated by JP,6-201315,A as equipment which asks for whether it is in agreement can be used. Drawing 8 and drawing 9 show how to detect and evaluate the proper scan vibration frequency of a cantilever using this equipment.

**[0005]** First, as shown in drawing 8 , the cantilever 131 which should be measured is fixed to the inferior surface of tongue of the excitation piezo electric crystal 132 like an actual busy condition and abbreviation with adhesives, a binder, adhesive tape, etc. Subsequently, through the amplitude detecting element 136, the excitation piezo electric crystal 132 is driven with a variable frequency, and the cantilever 131 currently stuck on the excitation piezo electric crystal 132 is vibrated. The variation rate of the amplitude of a cantilever 131 is detected by the displacement pickup 135 constituted by the upper part of a cantilever 131, is processed by the amplitude detecting element 136, and is outputted to a computer 133 as an amount of amplitude.

**[0006]** A variable frequency is plotted on an axis of abscissa, it plots the amount of amplitude on an axis of ordinate, and the oscillation characteristic of the cantilever 131 shown in drawing 9 expresses the amount of amplitude when changing a variable frequency one by one. Resonance frequency f1 of the cantilever which searches for the property of a cantilever 131, i.e., a specific

natural frequency, and is needed from drawing 9 R> 9 at the time of measurement of a scanning probe microscope. It evaluates whether it is in agreement. It is resonance frequency  $f_1$  as a result of this evaluation. When in agreement, it presupposed that it is usable, and it was sorting out as use being impossible at the time of an inequality.

[0007] When the point and sample front face where the cantilever sharpened in the condition of having stuck on the excitation piezo electric crystal the usable cantilever sorted out by doing in this way on the other hand, and having considered as immobilization are brought close too much, a cantilever may be damaged by the mistake on actuation etc. and exchange of a cantilever is needed in advance of measurement. However, resonance frequency  $f_1$  predetermined in the new cantilever which should be exchanged immediately after preparing the sample which should be measured as it is unknown whether it is what it has, it is necessary to evaluate the property about a new cantilever, and measurement of the sample under a scanning probe microscope cannot be performed. For this reason, even if there is breakage of a cantilever, it is the predetermined resonance frequency  $f_1$ . To prepare a large number so that it can exchange for the cantilever which it has immediately is desired.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, to evaluate the property of a cantilever beforehand using the scanning probe microscope by the conventional technique, it is necessary to fix a cantilever to an excitation piezo electric crystal with adhesives etc.

[0009] Moreover, since many good cantilevers are prepared, when evaluating other cantilevers some, the cantilever which once removed the cantilever from the fixed part grade of an excitation piezo electric crystal, and to replace with the cantilever of the next step is required, and was removed may be in the condition that it cannot be used according to deformation. Moreover, the cantilever manufactured using the semi-conductor process usually used in order to evaluate each of the cantilever which two or more formation is carried out on the wafer, and was formed on the wafer, Every one piece which started two or more cantilevers and was cut off is fixed to an excitation piezo electric crystal per one piece from on a wafer as sampling evaluation, and a property is evaluated, and since the removed cantilever deformed also in this case, it was impossible to use it, although there is inspection tied to the whole evaluation. For this reason, total inspection and the sampling inspection of an abundant sample cannot be performed, but a patient throughput is bad. Moreover, it is influenced by the oscillation characteristic of the fixed portion to which the amount of vibration holds the excitation piezo electric crystal and the cantilever, and exact evaluation has not been performed.

[0010] This invention does not solve the above-mentioned trouble and invention of claims 1 and 2 aims at offering the evaluation equipment of one cantilever or the cantilever which can be evaluated without destroying two or more cantilevers.

[0011] Invention of claim 3 does not have the need of exciting respectively to the cantilever by which two or more formation was carried out on the wafer in addition to the above, reduces the count of desorption of the excitation piezo electric crystal at the time of measurement, and aims at offering the evaluation equipment of a cantilever by which two or more cantilevers can be evaluated at a high speed.

[0012] Invention of claim 4 aims at offering the evaluation equipment of the cantilever as for which evaluation of a cantilever is further made to a wafer with high degree of accuracy to the cantilever by which two or more formation was carried out, or two or more cantilevers.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In the evaluation equipment of a cantilever by which invention of claim 1 detects the natural frequency of a cantilever, and the property is evaluated. On the other hand, the fixed-end section of the cantilever supported by the supporter material supported for the whole surface side of the fixed-end section of said cantilever, enabling free attachment and detachment and this supporter material is arranged free [ the contact to a side ]. When [ of a cantilever ] a side is contacted on the other hand, The excitation member which vibrates a cantilever through the fixed-end section, and the press member which presses the fixed-end section of a cantilever by said supporter material, and pinches this excitation member where [ said ] a side is contacted on the other hand, While outputting an excitation

signal to a detection means to counter the free edge of said cantilever, to detect vibration of a cantilever, and to output a displacement signal, and said excitation member It is characterized by having frequency analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the resonant frequency of a cantilever.

[0014] With this structure, to the cantilever by which the fixed-end section was supported, an excitation member contacts supporter material, it is vibrated, and a detection means and frequency-analysis equipment detect the resonant frequency of a cantilever by this vibration. Immobilization of a cantilever is performed by inserting the fixed-end section by the excitation member attached in the press member, and supporter material, exchange of the cantilever to supporter material can be performed only by canceling press of a press member, and it is lost that a cantilever is destroyed.

[0015] In the evaluation equipment of a cantilever by which invention of claim 2 detects the natural frequency of a cantilever, and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, When it is the whole surface side of the wafer supported by this supporter material, and has been arranged free [ contact in the fixed-end section of at least one cantilever of a wafer ] and the fixed-end section is touched, By the excitation member which vibrates a cantilever through the fixed-end section, and said excitation member While outputting an excitation signal to a detection means to counter the free edge of the vibrating cantilever, to detect vibration of a cantilever, and to output this displacement signal, and said excitation member The frequency analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the resonant frequency of a cantilever, It is characterized by having the stage which moves the fixed-end section and the free edge of each cantilever which were formed in the wafer to the location of said excitation member and detection means, respectively through the supporter material which supports said body of a wafer.

[0016] In this structure, an excitation member contacts the fixed-end section of the cantilever by which two or more formation was carried out at the body of a wafer, and a cantilever is fixed to supporter material. Therefore, also in this case, only by canceling the contact to the cantilever of an excitation member, exchange of a wafer can be performed and a cantilever is not destroyed.

[0017] In the evaluation equipment of a cantilever by which invention of claim 3 detects the natural frequency of a cantilever, and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, The excitation member which it is fixed [ member ] on said body of a wafer by the side of the whole surface of the wafer supported by this supporter material, and vibrates each cantilever through the body of a wafer, While outputting an excitation signal to a detection means to counter the free edge of at least one cantilever of the cantilever which vibrates by this excitation member, to detect vibration of a cantilever, and to output a displacement signal, and said excitation member The frequency analysis equipment which the displacement signal from said detection means is inputted, and detects the resonant frequency of a cantilever, It is characterized by having the stage which moves the free edge of each cantilever formed in the wafer to the location of said detection means through the supporter material which supports said body of a wafer.

[0018] With this structure, the excitation member is being fixed to the body of a wafer, the whole wafer vibrates by vibration of an excitation member, and all the cantilevers currently formed in the wafer of this vibration vibrate. For this reason, it can evaluate quickly by it becoming unnecessary to make an excitation member expect each cantilever.

[0019] In the evaluation equipment of a cantilever by which invention of claim 4 detects the natural frequency of a cantilever, and the property is evaluated The supporter material which supports said body of a wafer of the wafer formed where each fixed-end section of many cantilevers is connected to the body of a wafer, respectively, The excitation member which vibrates the cantilever of the wafer supported by this supporter material, The 1st detection means which counters the fixed-end section of the cantilever which vibrates by this excitation



member, detects vibration of the fixed-end section, and outputs a displacement signal, While outputting an excitation signal to the 2nd detection means and said excitation member which detects vibration of the free edge of the cantilever which vibrates by said excitation member, and outputs a displacement signal the variation rate from said 1st detection means — the variation rate from a signal and the 2nd detection means — a signal inputs — having — these variation rates — it is characterized by having frequency analysis equipment which carries out difference of the signal and detects the resonant frequency of a cantilever.

[0020] Since this structure detects the resonant frequency of a cantilever using two oscillating information, vibration of the fixed-end section of a cantilever, and vibration of a free edge, the exact detection of it is attained.

[0021]

[Embodiment of the Invention]

(Gestalt 1 of operation) Drawing 1 detects the resonant frequency of the one-piece simple substance of a cantilever, and shows the evaluation equipment for evaluating the property. In this drawing, the cantilever 1 is pressed with the spring 2 as a press member with which the field of the top attached the piezoelectric device 6 in the lower limit while the fixed-end section 1a is laid in supporter 10a of the base 10 as supporter material. Thereby, the cantilever 1 is held free [ attachment and detachment ] between the base 10 and a piezoelectric device 6.

[0022] Drawing 2 (a) showed the wafer 59 and is equipped with the body 60 of a wafer, and many cantilevers 1 formed in the body 60 of a wafer. After a cantilever 1 uses as the base the semiconductor manufacture technique which consists of micro fabrication and micro-machining and forms many on the body 60 of a wafer at a detailed configuration, it is started per one piece in the dotted-line location shown by drawing 2 (b) from this body 60 of a wafer. This cantilever 1 is free edge 1b in which the tip side of closing in shown by drawing 2 (b) has a probe 5. In addition, the level difference under fixed-end section 1a is on manufacture, and is formed. Said base 10 makes 10d of horizontal levels which were crooked from plinth section 10b which turned up supporter 10a mentioned above, and projected it, stanchion section 10c set up towards the upper part from plinth section 10b, and stanchion section 10c, and were extended horizontally the basic structure of a skeleton. A spring 2 is arranged in the inferior surface of tongue of 10d of horizontal levels of this base 10, and it has composition pinched pressing fixed-end section 1a of the cantilever 1 laid in supporter 10a which projects from the plinth section 10 by this through a piezoelectric device 6.

[0023] Thus, the detecting element 4 which has predetermined spacing from free edge 1b, and has displacement-sensor 4a which detects the amplitude of a cantilever 1 is arranged in the background of the probe 5 of the held cantilever 1. This displacement-sensor 4a is produced by principles, such as a well-known optical-lever method, the knife-edge method, or the critical angle detecting method.

[0024] By making into a displacement signal the amplitude of free edge 1b of the cantilever 1 measured by displacement-sensor 4a, the detecting element 4 is connected so that it may output to the spectrum analyzer 3 as frequency analysis equipment. A spectrum analyzer 3 outputs the excitation signal A for vibrating a cantilever 1 to the piezoelectric device 6 as an excitation member. Moreover, a spectrum analyzer 3 calculates the amplitude and phase of reception and a cantilever 1 for the displacement signal B from the detecting element 4 at this time. This count result is displayed by display 3a.

[0025] With the gestalt of this operation, the cantilever 1 of an one-piece unit is started from the body 60 of a wafer in the dotted-line location of drawing 2 (b). Subsequently, fixed-end section 1a of a cantilever 1 is laid in supporter 10a which projects from plinth section 10b of the base 10. And the piezoelectric device 6 energized with the spring 2 is made to contact to the field of the opposite side of fixed-end section 1a, and a cantilever 1 is supported by thrust.

[0026] Subsequently, the excitation signal A is impressed, carrying out sequential change of the frequency from a spectrum analyzer 3 to a piezoelectric device 6. Free edge 1b of a cantilever 1 performs vibration which corresponded for every frequency with this excitation signal A. The vibration for every frequency of this is measured by displacement-sensor 4a, and the displacement signal B corresponding to the amplitude of each frequency is acquired in a

detecting element 4. The amplitude corresponding to each frequency is calculated by this displacement signal B being outputted to a spectrum analyzer 3. And by the spectrum analyzer 3, the maximum of a vibrational state is calculated, the resonance frequency of a cantilever 1 is called for, and this numeric value is displayed on display 3a.

[0027] (Gestalt 2 of operation) Drawing 4 shows the gestalt 2 of operation and the stage 12 is being fixed to the plinth section of the abbreviation KO character-like base 10 for the structure of a skeleton. In this stage 12, at least three stanchions 18 which allotted conic rubber 11 to the upper part are set up, and the body 60 of a wafer of a wafer 59 is held on it by touching by at least three points through the drill crowning of each rubber 11. Rubber 11 is for not decreasing vibration of the body 60 of a wafer by the piezoelectric device 6. The stage 12 is movable in X and the direction of Y by constituting from a cross stage.

[0028] On the body 60 of a wafer, as shown in drawing 2, two or more cantilevers 1 are formed. The cantilever 1 is processed into the detailed configuration based on the semiconductor device creation technique which consists of micro fabrication and micro-machining. Although that connection forms these cantilevers 1 successively on the body 60 of a wafer, the side-face and tip side is separated with the body 60 of a wafer. And the cantilever 1 consists of fixed-end section 1a which a tip side is made still thicker than free edge 1b which meat omission was carried out to the shape of 3 square shapes, and was made closing in, and free edge 1b, and supports said 3 square-shape-like part. In addition, the cantilever 1 cut from the body 60 of a wafer in the dotted-line location shown with an enlarged drawing (b) will be stuck on the excitation piezo electric crystal of a scanning probe microscope.

[0029] Free edge 1b of a cantilever 1 consists of silicon nitride with a die length [ of 500-2000 micrometers ], and a width of face of 200 micrometers which formed the probe 5 at the tip, and fixed-end section 1a consists of silicon or Pyrex. As an excitation member for vibrating a cantilever, the piezoelectric device 6 held at rubber 7 is formed in the fixed-end section 1a upper part of a cantilever 1. Rubber 7 is supported on the stage 9 which has a movable roller stage up and down, and makes the piezoelectric device 6 possible movable at the Z direction.

[0030] The stage 9 is attached in the adapter plate 61 fixed to 10d of horizontal levels of the base 10. A fiber 13 is arranged at the lower part of free edge 1b of a cantilever 1, and, thereby, measures the amplitude of free edge 1b of a cantilever 1. This fiber 13 outputs an amplitude as an oscillating signal B through the fiber sensor 14. It connects with the fiber sensor 14 so that the oscillating signal B at this time may be inputted, and a spectrum analyzer 3 functions as frequency analysis equipment which calculates an amplitude and a phase while it outputs the excitation signal A to a piezoelectric device 6 and vibrates a piezoelectric device 6. Moreover, this spectrum analyzer 3 has display 3a of a count result.

[0031] With the gestalt of this operation, a stage 12 moves the body of wafer 60 whole in X and the direction of Y, and it is operated so that a piezoelectric device 6 may be positioned in the fixed-end section 1a upper part of a cantilever 1. A stage 9 is descended and a piezoelectric device 6 is pressed to fixed-end section 1a of a cantilever 1. At this time, rubber 7 commits the shock absorbing material with which it is made for the pressure to press not to act on a cantilever 1 rapidly.

[0032] Excitation of the piezoelectric device 6 is carried out by the excitation signal A of a spectrum analyzer 3, and the cantilever 1 which this piezoelectric device 6 touches vibrates on the frequency of the excitation signal A. An amplitude is detected by the fiber 13 located in the free edge 1b lower part of a cantilever 1, and serves as the oscillating signal B as an electrical signal by the fiber sensor 14. In order to acquire the frequency characteristics of a cantilever 1, a spectrum analyzer 3 carries out sequential change of the frequency of the excitation signal A, excites a cantilever 1, carries out sequential detection of the amplitude and phase of the oscillating signal B of a cantilever 1, and displays this on coincidence by display 3a. [ of free edge 1b ]

[0033] Moreover, apart from the approach of carrying out sequential change of the above-mentioned frequency, and detecting the amplitude and a phase, a spectrum analyzer 3 outputs a random signal and has the function which carries out the Fourier analysis of the input signal. Therefore, a piezoelectric device 6 is excited by the random signal, and the same result is

obtained even if it carries out the Fourier analysis of the oscillating signal B.

[0034] Since the condition that the cantilever 1 is uniting with the body 60 of a wafer with the gestalt of such operation can estimate the property of a cantilever 1, it removes from the fixed part of an excitation piezo electric crystal like before, and the process of picking becomes unnecessary. For this reason, the cantilever of a large number which have a good property can be prepared, without giving deformation to the evaluated cantilever 1. Therefore, while being able to conduct the total inspection and a lot of sampling inspections of a cantilever of a wafer, exact evaluation which is not influenced by the oscillation characteristic like the fixed part to which the amount of vibration holds the excitation piezo electric crystal and the cantilever can be performed. That is, since the fixed-end section of a cantilever is excited directly, it can excite by high frequency and a cantilever with high resonance frequency can be evaluated.

[0035] (Gestalt 3 of operation) Drawing 6 shows the gestalt 3 of operation of this invention. When the stage 12 fixed to the base 10 is fixed directly and the conic rubber 11 which allotted \*\* etc. to three places touches it by three points through rubber 11, the body 60 of a wafer of the wafer 59 shown in drawing 2 is held. In addition, rubber 11 may hold four or more pieces to equal \*\*. The stage 12 consists of cloth roller stages etc., and is movable in X and the direction of Y.

[0036] As shown in a wafer 59 at drawing 2, two or more cantilevers 1 are formed. This is processed into a detailed configuration based on the semiconductor device creation technique which consists of micro fabrication and micro mining.

[0037] Free edge 1b of a cantilever 1, consists of silicon nitride with a die length [ of 500-2000 micrometers ], and a width of face of 200 micrometers which formed the probe 5 (refer to drawing 2) at the tip, and fixed-end section 1a consists of silicon or Pyrex.

[0038] The displacement sensor 51 attached in the horizontal level of the base 10 is formed in the upper part of free edge 1b of a cantilever 1, detects the amplitude of free edge 1b, and outputs the oscillating signal B. the light from which the displacement sensor 51 was made using the optical-lever method, the knife-edge method, or the critical angle detecting method — a variation rate — it can constitute from a sensor.

[0039] The piezoelectric device 52 as an excitation member is attached on the body 60 of a wafer which is the base of a cantilever 1, and the body of wafer 60 whole excites it by vibrating a piezoelectric device 52 according to the excitation signal A. A spectrum analyzer 3 calculates an amplitude and a phase by the oscillating signal B at this time being inputted while it outputs the excitation signal A to a piezoelectric device 52 and vibrates a piezoelectric device 52. Installation by the rubber 7 and the stage 9 by the binder which attached or were shown with the gestalt 1 of operation is possible for the installation to the wafer of a piezoelectric device 52.

[0040] With the gestalt of this operation, a stage 12 moves the body of wafer 60 whole, and positions a displacement sensor 51 in the free edge 1b upper part of a cantilever 1. The detection light which carries out outgoing radiation from a displacement sensor 51 was applied to the free edge of a cantilever 1, and has detected the variation rate in free edge 1b of the cantilever 1 vibrated by the piezoelectric device 52. That is, a piezoelectric device 51 is vibrated by the excitation signal A outputted by the spectrum analyzer 3. This vibration gets across to the body of wafer 60 whole, and vibrates free edge 1b of a cantilever 1 as a result. At this time, it functions as rubber 11 not decreasing vibration of the body 60 of a wafer. The amplitude of free edge 1b of a cantilever 1 is detected by the displacement sensor 51, and outputs the oscillating signal B as an electrical signal. In order to acquire the frequency characteristics of a cantilever 1, a spectrum analyzer 3 carries out sequential change of the frequency of the excitation signal A, excites the body 60 of a wafer, carries out sequential detection of the amplitude and phase of the oscillating signal B of a cantilever 1, and displays them on coincidence by display 3a. [ of free edge 1b ]

[0041] Moreover, apart from the approach of carrying out sequential change of the above-mentioned frequency, and detecting the amplitude and a phase, a spectrum analyzer 3 outputs a random signal and has the function which carries out the Fourier analysis of the input signal. Therefore, a piezoelectric device 52 is excited by the random signal, and the same result is obtained even if it carries out the Fourier analysis of the oscillating signal B.

[0042] With the gestalt of this operation, there is no need of attaching the excitation section according to an individual respectively in order to excite the body of wafer 60 whole, and since the procedure of attaching the excitation section can be managed with once while being able to simplify an equipment configuration, the measuring time can be shortened. Moreover, while the contact to the cantilever 1 which is very easy to break by attaching the piezoelectric device 52 which is an excitation member on the comparatively firm body 60 of a wafer becomes that there is nothing in the need and operability improves, a cantilever can be evaluated safely.

[0043] (Gestalt 4 of operation) Drawing 7 shows the gestalt 4 of operation of this invention. When the stage 12 fixed to the base 10 is fixed directly and the conic rubber 11 equally allotted to three places touches it by three points through rubber 11, the body 60 of a wafer of the wafer 59 shown in drawing 2 is held. In addition, rubber may hold a wafer by four or more pieces. A stage 12 consists of a cross stage etc. and is movable in X and the direction of Y.

[0044] On the body 60 of a wafer of a wafer 59, as shown in drawing 2, two or more cantilevers 1 are formed. This can process a detailed configuration based on micro fabrication and the semiconductor device manufacture technique which consists of micro SHININGU. Free edge 1b of a cantilever 1 consists of silicon nitride with a die length [ of 500-2000 micrometers ], and a width of face of 200 micrometers which formed the probe 5 at the tip, and fixed-end section 1a consists of silicon or Pyrex.

[0045] The end of the fiber 22 connected to the fiber sensor 23 establishes a clearance in the upper part of free edge 1b of a cantilever 1, is arranged, and it outputs the oscillating signal C from the fiber sensor 23 while it measures the amplitude of free edge 1b by this.

[0046] The end of the fiber 21 connected to the fiber sensor 24 outputs the oscillating signal D from the fiber sensor 24 while it prepares and arranges a clearance in the upper part of fixed-end section 1a of a cantilever 1 and measures the amplitude of fixed-end section 1a. A piezoelectric device 52 is attached on the body 60 of a wafer which constitutes the base of a cantilever 1, and excites the body of wafer 60 whole by vibrating.

[0047] A spectrum analyzer 3 calculates the amplitude and phase of a cantilever 1 by inputting the oscillating signals C and D at this time while it impresses the excitation signal A to a piezoelectric device 52 and vibrates a piezoelectric device 52. Furthermore, this spectrum analyzer 3 carries out difference of both amplitude and the phase on a frequency shaft, and has the function to acquire the oscillation characteristic of only free edge 1b of a cantilever 1.

[0048] In the above-mentioned configuration, a stage 12 moves the body of wafer 60 whole, and positions each of the end of the fiber sensor 22, and the end of the fiber sensor 21 in the upper part of free edge 1b of a cantilever 1, and the upper part of fixed-end section 1a. A piezoelectric device 52 vibrates with the excitation signal A, tells this vibration to the body of wafer 60 whole, and vibrates a cantilever 1 as a result. At this time, it functions as rubber 11 not decreasing vibration of the body 60 of a wafer.

[0049] The oscillation characteristic of the rubber 11 grade in which the vibrational state of free edge 1b of a cantilever 1 holds the oscillation characteristic of a piezoelectric device 52, fixed-end section 1a, the body 60 of a wafer, and this is included in the oscillation characteristic of free edge 1b of a cantilever 1. In order to dissociate from disturbance and to detect only the oscillation characteristic of free edge 1b of a cantilever 1, a spectrum analyzer 3 detects vibration of fixed-end section 1a with a fiber 21, detects vibration of free edge 1b for vibration with a fiber 22 further, and acquires the amplitude and topology at the same time it carries out sequential change of the frequency of the excitation signal A and excites a cantilever 1. The oscillation characteristic of only free edge 1b of a cantilever 1 can be acquired by carrying out difference of both amplitude and the phase with a spectrum analyzer 3 on a frequency shaft.

[0050] Apart from the approach of carrying out sequential change of the above-mentioned frequency, and detecting connection and a phase, a spectrum analyzer 3 outputs a random signal and has the function which carries out the Fourier analysis of the input signal. Therefore, a piezoelectric device 52 is excited by the random signal, and the same result is obtained, even if it carries out the Fourier analysis of the oscillating signals C and D and calculates these differences.

[0051] Although fibers 21 and 22 have been arranged with the gestalt of this operation in order

to detect vibration of a free edge and the fixed-end section, the device in which a free edge and the fixed-end section are made to carry out slide migration of the end of a fiber 21 may be established, and, thereby, the effectiveness that at least one fiber is the same is acquired.

[0052] With the gestalt of this operation, since the oscillation characteristic of the fixed-end section of a cantilever 1 and the oscillation characteristic of a free edge are detected to coincidence and difference is taken, exact evaluation can be performed. Moreover, since oscillation characteristics other than a cantilever are cancellable with the signal of the fixed-end section, the highly precise and stabilized cantilever evaluation is attained.

[0053] In addition, in drawing 7, although the piezoelectric device 52 is attached in the body 60 of a wafer with the binder, as the gestalt 1 of operation showed, a piezoelectric device may be directly contacted to the fixed-end section of one cantilever in a wafer, and this piezoelectric device may be pressed by the stage 12 through rubber, and the body 60 of a wafer or a cantilever 1 may be supported between rubber 11.

[0054] In addition, with the gestalt of the above operation, it can change not only into this but a perpendicular condition, can support, and a cantilever or a wafer can also be carried out, although it changes into a level condition and being supported with rubber. For example, to drawing 1, as drawing 3 shows, by making the configuration of supporter 10a which supports a cantilever 1 into the crookedness configuration of L typeface which supports the back end side of a cantilever 1 the whole surface side of fixed-end section 1a of a cantilever, other configurations are carried out as it is, and measurement becomes possible.

[0055] Moreover, to drawing 4, as drawing 5 shows, the receptacle member 62 for support for supporting the periphery side face of the body 60 of a wafer on a stage 12 is added. While preventing fall of a wafer 59 by base 62a of this receptacle member 62 for support, the spring 63 was arranged in the crevice of the receptacle member 62 for support, and the lever 64 attached at the spring 63 is provided so that a wafer 59 may be pressed and it may fix to the rubber 11 of each strut 18. Attitude actuation of this lever 64 cancels energization with a spring 63, and attachment and detachment of a wafer 59 are enabled.

[0056]

[Effect of the Invention] According to invention of claim 1 and two publications, since cantilever \*\* is pinched by the excitation member and supporter material and it fixes, it can evaluate, without destroying a cantilever.

[0057] According to invention according to claim 3, since two or more cantilevers are excited to coincidence, two or more cantilevers can be evaluated at a high speed, without contacting a cantilever directly.

[0058] According to invention according to claim 4, after detecting and carrying out frequency analysis of the vibration of the fixed-end section of a cantilever and a free edge, the oscillation characteristic of a cantilever is detectable with high precision by having prepared the signal-processing section which carries out difference of both.

[Translation done.]

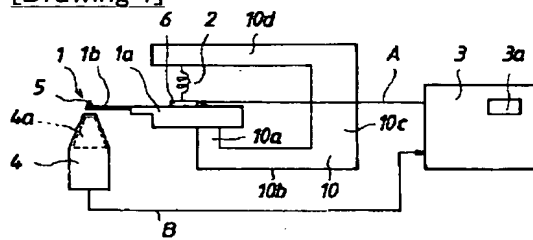
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

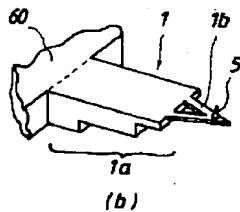
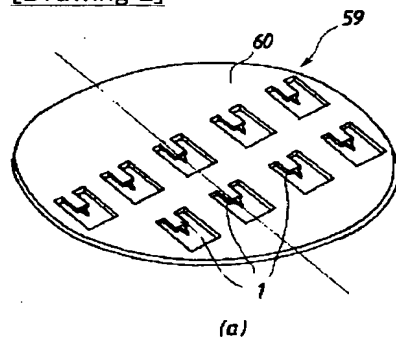
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

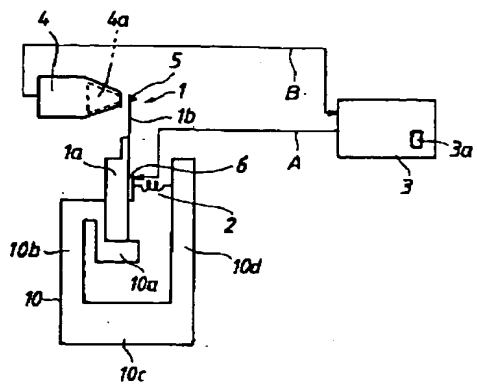
[Drawing 1]



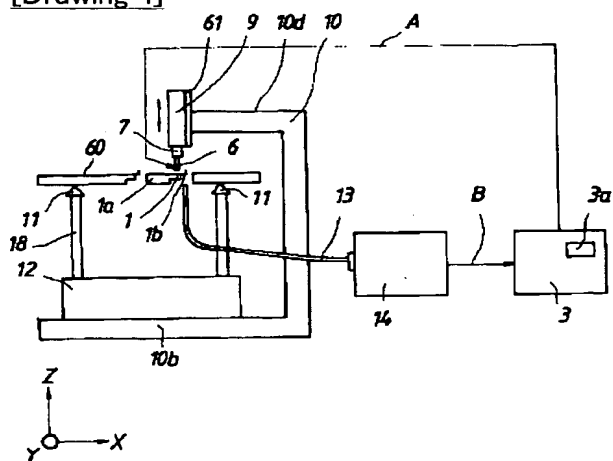
[Drawing 2]



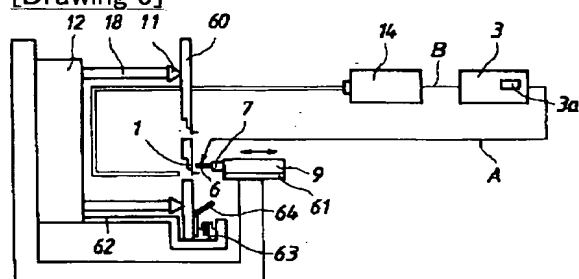
[Drawing 3]



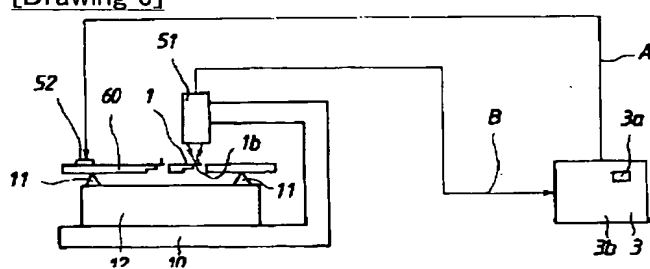
[Drawing 4]



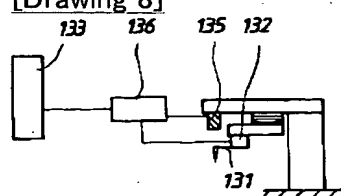
[Drawing 5]



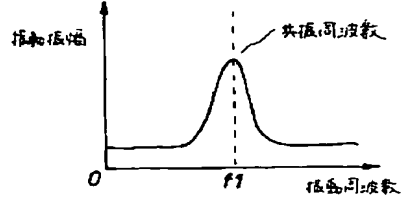
[Drawing 6]



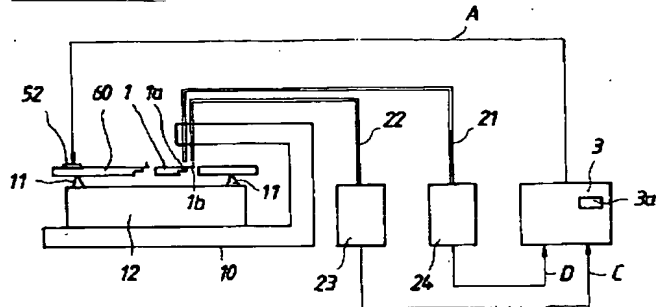
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 7]



[Translation done.]